©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ein Beitrag zur Lehre vom Verhalten der Kern- zur Zellsubstanz während der Mitose

von

Dr. **Hermann Franz Müller.**

Aus dem physiologischen Institute der k. k. Universität in Graz.

(Mit 1 Tafel.)

Eine der wichtigsten Fragen der (indirecten) mitotischen Zelltheilung, das Verhältniss des Kernes zum Zellleib während der Kernmetamorphose, ist noch nicht ihrer endgiltigen Lösung zugeführt. Nach der Ansicht der einen Forscher, für die Strassburger, Flemming, Tangl u. A. anzuführen sind, wird die während der Kernruhe vorhandene Scheidung der Substanzen des Zellkernes von denen des Zellleibes während der Vorgänge im Kerne aufgegeben, nach der Ansicht der anderen Forscher, deren Vertreter hauptsächlich Pfitzner ist, ist der Zellkern stets, auch während seiner Metamorphose, von dem Zellleib abgeschlossen. Das Strittige der Frage liegt darin, ob Kern und Zellleib während der indirecten Zelltheilung in gleicher Weise wie während der Kernruhe getrennt sind, oder ob während der mitotischen Veränderungen eine Vermischung von Substanzen des Kernes mit denen des Zellkörpers also stattfindet, dass die Bewegungen der chromatischen Kerntheilungsfigur innerhalb von Zellsubstanzen ablaufen, welche vor der Kinese des Kernes von diesem getrennt waren.

Die grosse Wichtigkeit der in Rede stehenden Frage wurde bereits im Beginne der Studien über Zelltheilung erfasst, wenn

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sie auch erst durch die Arbeiten Pfitzner's[1] und Tangl's[2] in den Vordergrund gerückt wurde.

Flemming beschrieb Bilder, nach welchen nach dem Untergang der Kernmembran Zellsubstanz und Kernsaft sich zu vermischen scheinen.[3] Dem gegenüber behauptet Pfitzner[4] auf Grundlage einer besonders ersonnenen Methodik, welche die gleichzeitige Darstellung der Kerngrundsubstanz und der chromatischen Kerntheilungsfigur während der Metamorphose der Zelle ermöglichen sollte, dass die Mitokinese des Kernes, nur innerhalb von Substanzen des Kernes, welcher seine „vollständige Selbstständigkeit und Geschlossenheit" bewahrt, sich abspielt, so dass nie Substanzen des Zellkörpers eingreifen. Tangl[5] kam aber unter Flemming's Leitung wieder zu wesentlich anderen Ergebnissen. Er richtet seinen Angriff zunächst gegen die Methode Pfitzner's, welche nicht erlaube, über den Gegenstand giltige Beobachtungen zu machen und führt nach sorgfältigen Versuchsreihen in überzeugender Weise aus, dass die Pfitzner'sche Lehre auf unrichtig gedeuteten Beobachtungen beruhe. So schien eine befriedigende Lösung der Frage erreicht worden zu sein, bis Waldeyer[6], gestützt auf eigene mit Sattler ausgeführte Untersuchungen, sich wieder zu Gunsten der Lehre von Pfitzner aussprach.

Sattler[7] und Waldeyer, welche unter Anwendung des Lapisstiftes versilberte Hornhäute auf Kerntheilungen untersuchten, wollen aus der Vergleichung der Silberbilder der in

---

[1] W. Pfitzner, Zur morphologischen Bedeutung des Zellkernes. Morphol. Jahrb. XI, 1886, S. 54 ff.

[2] F. Tangl, Über das Verhältniss zwischen Zellkörper und Kern während der mitotischen Theilung. Arch. f. mikr. Anat. XXX., 1887, S. 529 ff.

[3] W. Flemming: Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882, S. 208.

[4] W. Pfitzner, a. a. O.

[5] F. Tangl, a. a. O.

[6] W. Waldeyer, Über Karyokinese. Deutsche medic. Wochenschrift. XII., 1886, S. 1, 22, 39, 54; über Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXII, 1888, S. 1 ff.

[7] E. Sattler, Die Verwendung des Lapisstiftes zur Untersuchung der Epithelien. Arch. f. mikr. Anat. 1882, Bd. XXI, S. 672 ff.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Theilung begriffenen Kerne mit tingirten solchen Kernen schliessen, dass die achromatische Kernsubstanz stets um die chromatischen Schleifen erhalten bleibt. Und nach Waldeyer hat Pfitzner in seiner bereits angeführten Arbeit den Beweis für diese Anschauung zu erbringen gesucht. Auf die Resultate Pfitzner's hin und seine mit Sattler gewonnenen, machte Waldeyer auch den Ausspruch, dass man die Grenzen zwischen directer und indirecter Kerntheilung fallen lassen solle, wie es bereits Pfitzner vorschlug. Gegen die Pfitzner'sche Anschauung hat aber Török[1] in einer aus dem Laboratorium von Flemming hervorgegangenen Arbeit wieder Einsprache erhoben, ohne indess, wie es scheint, zwingende Belege zu erbringen; dagegen haben Untersuchungen an pflanzlichem Materiale E. Zacharias[2] veranlasst, der Lehre Pfitzner's betreffend die Selbstständigkeit des Kernes, sich anzuschliessen.[3]

Im Stadium der Ruhe der Zelle ist der Kern jedenfalls vollkommen abgeschlossen gegenüber dem Zellkörper. Es findet sich eine scharfe Trennung der Substanzen des Zellkörpers von denen des Zellkernes, so dass sowohl substanziell wie morphologisch eine Sonderung des Kernes von dem Zellkörper besteht. Es braucht hier nur an die chemischen Reactionen erinnert zu werden[4], sowie an die Anwesenheit der Kernmembran, sei es einer chromatischen oder achromatischen.

Es ist dabei natürlich nicht ausgeschlossen, dass Zellsubstanz und Zellkern von einer Flüssigkeit durchtränkt sind, die Eiweissstoffe, Salze u. dgl. gelöst enthält, und dass diese Durchsaftung eine gewisse Continuität darbietet, wobei jedoch die lebendigen Beziehungen der festen Theile des Kernes und der Zellsubstanz

---

[1] L. Török, Die Theilung des rothen Blutzellen bei Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXII, 1888, S. 603 ff.

E. Zacharias, Über das Verhältniss der Zellprotoplasma zum Zellkern während der Kerntheilung. Ber. d. deutschen botan. Ges. Bd. V, Berlin 1887, Protokoll d. 5. Gen. Vers. d. d. bot. Ges. S. LV; über Kern- und Zelltheilung. Botan. Zeitung. 46. Jahrg. 1888, Nr. 3, S. 32, 51; S. 446.

[3] Ausführlichere Lit. Angaben s. bei W. Waldeyer, Arch. f. mikr. An. Bd. XXXII.

[4] W. Flemming, Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. S. 86.ff.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zu der durchtränkenden Flüssigkeit nicht ausser Acht gelassen werden dürfen.[1]

Auf diesem Wege ist es dann auch möglich und sehr wahrscheinlich, dass Substanzen aus dem Zellleibe in den Kern gelangen und in Kernsubstanz umgewandelt werden. Derartige Erfahrungen haben Flemming[2] und Pfitzner[3] verzeichnet und vielleicht kann auch auf die Angaben von Stricker[4] verwiesen werden, der Grössenänderungen der Kerne der Leukocyten beschrieben hat, bei welchen man an Aufnahme und Abgabe von Nähr- oder Zerfallsmateriale zwischen Kern- und Zellsubstanz denken muss.

Aber bei allen diesen Vorgängen bleiben Kern- und Zellsubstanz morphologisch gegen einander abgegrenzt und dringt das Zellprotoplasma nicht als solches in den Kern ein.

Bei der Frage, welche wir im Eingange uns gestellt haben, handelt es sich aber eben darum, ob bei der Kernmetamorphose während der Mitose des Kernes die strenge Scheidung zwischen Kern- und Zellsubstanz in der Weise aufgehoben wird, dass Zellsubstanz als solche in den Kern eindringend unter gleichzeitiger Vermischung mit der Kerngrundsubstanz bis zu den chromatischen Schleifen hingelangt, so dass die Umordnung der letzteren in der Zellsubstanz selbst vor sich geht.

Einer einigermassen sicheren Lösung dieser Frage könnte man näher treten, wenn es gelingen würde, einen Bestandtheil, welcher nur der Zellsubstanz eigen ist und welcher während der Kernruhe absolut sicher im Kerne fehlt, während der Kinese des Kernes in der Umgebung der chromatischen Schleifen in dem Raume nachzuweisen, welchen die nach Pfitzner vollständig abgegrenzte Kerngrundsubstanz einnehmen sollte.

Ein Object, welches in vollendeter Weise solche Verhältnisse bietet, dass eine Substanz, welche während der Ruhe von dem Kern absolut sicher ausgeschlossen ist, aber während der

---

[1] Vergl. W. Pfitzner, Zur morphol. Bedeutung des Zellkernes. A. a. O. S. 61.

[2] W. Flemming, s. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XX, S. 75.

[3] W. Pfitzner, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXII, S. 634, 651.

[4] S. Stricker, Beobachtungen über die Entstehung des Zellkernes. Wiener akad. Sitz. Ber. Bd. 76, III. Abth. 1877, S. 7 ff.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mitose unmittelbar an die chromatische Kernfigur reicht, liegt in den haemoglobinhältigen Blutzellen[1] vor. Dieselben enthalten in ihrem Zellleib, dem Paraplasma (v. Kupffer's) Haemoglobin, welches sowohl in der Kernruhe als während der Kernmetamorphose durch seine Farbe leicht und absolut sicher nachgewiesen werden kann. Ist Paraplasma, welches dem Kerne während der Ruhe sicher fehlt, während der Mitose unmittelbar an der Kernfigur nachzuweisen, so wäre es für die mitotischen Blutzellen wenigstens entschieden, dass eine Vermischung von Paraplasma mit Kernsaft stattfindet. Eine Verallgemeinerung auf andere mitotische Zellen erschiene dann zum mindesten nicht gewagt.

Als Object der Untersuchung bedient man sich am besten der haemoglobinhältigen Blutzellen der Milz vom Triton. Der Nachweis gelingt mir aber ebenso an den zwar um vieles kleineren Zellen der Säugethiere (im Knochenmark, Milz, Lymphdrüsen, leukaemischem Blute).

Meine Untersuchung umfasste Schnitt- und Trockenpräparate. Für die ersteren dienen Milzstücke vom Triton, welche einen oder zwei Tage in Flemming'schem Gemisch fixirt, gut ausgewaschen, einige Tage nachgehärtet und in Paraffin oder Celloidin eingebettet werden. Dünne Schnitte werden in der bekannten Weise

---

[1] Es ist absichtlich vermieden worden, „rothe Blutkörperchen" zu sagen. Nach den Untersuchungen von Löwit und Denys scheint es doch sehr fraglich, ob fertige rothe Blutzellen (mit Kern wie jene der Amphibien), wie sie im circulirenden Blute vorkommen, überhaupt noch die Fähigkeit der Theilung besitzen. Die sich theilenden haemoglobinhältigen Blutzellen entstehen vermuthlich aus farblosen Vorstufen (Erythroblasten Löwit's), die in jedem Stadium ihrer Theilung Haemoglobin aufnehmen können, resp. ihren Tochterzellen, die neuerdings in Theilung treten. (Das Nähere siehe bei Löwit: Über die Bildung rother und weisser Blutkörperchen. Wien. Akad. Sitz.-Ber. 88. Bd., III. Abth. Oct. Heft 1883; Über Neubildung und Zerfall weisser Blutkörperchen. Ebenda, 92. Bd., III. Abth., Juni-Heft 1885; Die Umwandlung der Erythroblasten in rothe Blutkörperchen. Ebenda, Bd. 95, III. Abth., März-Heft, 1887; Beitrag zur Lehre von der Leukaemie, Bd. 95, III. Abth., Mai-Heft 1887. — J. Denys: Sur la structure de la moelle des os et la genèse du sang chez les oiseaux. La Cellule, recueil de embryologie et d'histologie générale. Publ. par Carnoy, I. IV., pag. 199. — H. F. Müller: Zur Frage der Blutbildung. Wiener akad. Sitz.-Ber., Bd. 98, III. Abth., Juni-Heft 1889. — Dagegen: J. Bizzozero: Neue Untersuchungen über den Bau des Knochenmarks bei den Vögeln. Arch f. mikr. An. 1890.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

mit Safranin gefärbt. An solchen Schnitten ist das Haemoglobin an seiner Farbe gut kenntlich und ist es so möglich, den Ort des Haemoglobins während der Mitose festzustellen.

Die Trockenpräparate gestatten gleichfalls in ausgezeichneter Weise sich über den Ort des Blutfarbestoffs zu unterrichten. Das nachfolgend angegebene Färbeverfahren gibt besonders gute Resultate. Und ich muss bemerken, dass Trockenpräparate[1] für unsere Frage noch eine besondere Wichtigkeit haben, weil hier der für Schnittpräparate allenfalls zu berücksichtigende Einwand, Haemoglobin diffundire erst unter dem Einfluss der angewandten Fixirungs- und Färbeflüssigkeiten in den Bereich des metamorphosirten Kerns, vollkommen wegfällt.

Die zwei Stunden auf 115° Celsius erhitzten Trockenpräparate kommen auf 12—24 Stunden in eine conc. wässrige Lösung von Pikrinsäure, werden in Wasser kurz abgespült und dann in conc. Ammoniak- oder Alaun-Carmin gefärbt. Die Färbung ist in 1—2 Tagen erreicht; die Färbung kann auch mit Haematoxylin von Boehmer oder Delafield, verdünnter oder starker Lösung, in welcher die Färbung in wenigen Minuten erreicht ist, erzielt werden. Hierauf werden die Präparate abgespült, nach Haematoxylinfärbung eventuell noch mit schwachem Salzsäurealkohol etwas ausgezogen, luftgetrocknet und montirt. An solchen Präparaten ist das Haemoglobin, welches durch das Erhitzen an Ort und Stelle fixirt wurde, mithin auch an den mitotischen Blutzellen nicht erst durch Diffusion in die Kerne gelangt ist, an seiner hervorstechenden gelben Färbung leicht und sicher kenntlich.

Es ist sehr bemerkenswerth für die Kritik unserer Methode, dass die farblosen Blutzellen dabei in ihrer Zellsubstanz völlig ungefärbt bleiben, wie in Fig. 4 und 5 zu sehen ist.

An den Fig. 4 und 5 habe ich auch, worauf ich besonders aufmerksam mache, die von Flemming und kürzlich auch von mir auf Grund anderer Färbemethoden beschriebene Structur der Leucocytenkerne so darzustellen gesucht, wie man sie nach der neuen Behandlungsweise zu sehen bekommt. Es werden dadurch die früheren Angaben vollständig bestätiget.

---

[1] M. Löwit: Über die Bildung rother und weisser Blutkörperchen. Wien. akad. Sitzungsber., Bd. 87, III. Abth., 1883, S. 359.

Die übrigen Bilder der Tafel bringen dagegen die haemoglobinhältigen Zellen aus Pikrinsäuse-Carmin-Präparaten. Betrachten wir zuerst die entwickelten Erythrocyten mit ihrem ruhenden Kerne, die ja von manchen Forschern noch für theilungsfähig gehalten werden, so ergibt sich das Fehlen des rothen Blutfarbestoffes in dem Kerne Fig. 1. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt der Kern der „Jugendformen" rother Blutkörperchen (Flemming[1], Eberth[2]), welche sich sehr wahrscheinlich noch wirklich theilen können. Ferner finden wir auch bei den aus der karyokinetischen Reihe bei der Entwicklung der Erythrocyten hervorgegangenen haemoglobinhältigen Tochterzellen Fig. 2, welche wieder in Theilung übergehen können[3] und endlich bei den Formen der Blutzellen[4], welche grosse, deutliche Knäuelstructur zeigende Kerne besitzen, Fig. 3, die Kerne durchaus frei von rothem Blutfarbestoffe.

Ganz anders aber stellen sich die mitotischen haemoglobinhältigen Blutzellen (Fig. 6 und 7) nach dem Verlassen der Knäuelform dar.

Bereits im Stadium des segmentirten Knäuels, einer Form, an welcher wir auch das Schwinden der Kernmembran beobachten, finden wir Paraplasma (Haemoglobin) unmittelbar an den Chromosomen, also an einer Stelle, welche während der Kernruhe und während der Knäuelstadien vom farblosen Kernsaft eingenommen war.[5] Der Blutfarbestoff zieht bis gegen das Centrum der Zelle hinein; ob er im ganzen Kern vertheilt ist, kann, sobald er gegen die Kernmitte sehr verdünnt ist, nicht immer sicher entschieden werden. Weiterhin ist er aber auch in den innersten Partien der mitotischen Zelle kenntlich (Fig. 6 und 7).

Wichtig werden wieder jene Phasen, in welchen das Paraplasma den Kern wieder verlässt, so dass wir in den Tochter-

---

[1] W. Flemming, Archiv. f. mikrosc. Anat. Bd. XVI, S. 311.

[2] C. J. Eberth, Über die Vermehrung der rothen Blutkörper. Nach Untersuchung von Dr. W. Aly, Fortschritt. der Medicin C. Friedländer, III, S. 9, 1885, Nr. 1, S. 1.

[3] H. F. Müller, Zur Frage der Blutbildung a. a. o. Taf. II, Fig. 2 und 3.

[4] H. F. Müller a. a. O.

[5] Vergl. H. F. Müller: Zur Frage der Blutbildung. a. a. o. Taf. II, Fig. 1, 2, 3, 4.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

kernen die Differenzirung in chromatische und achromatische Kernsubstanz wieder vorfinden.

Im Stadium der Tochtersterne findet sich noch deutlich Haemoglobin um den einzelnen Schleifen und wir finden keine deutliche Abgrenzung des Kerns gegenüber dem Zellleib[1], resp. keine Trennung von Kernsaft und Paraplasma (Fig. 7). Sobald jedoch die Kernfigur das Stadium der Knäuelform der Tochterkerne erreicht hat, findet sich eine vollkommen scharfe Grenze zwischen dem farblosen Kernsaft und dem Paraplasma. Es ist dies jene Phase, in welcher wir auch die optische Scheidung durch das Auftreten der Kernmembran noch besonders verdeutlicht finden.[2] Das gleiche Verhältniss findet sich auch an der folgenden Phase, der endgiltigen Theilung der Tochterzellen.

Wenn wir also den Ablauf der an den mitotischen farbstoffhältigen Blutzellen sichtbaren Erscheinungen verfolgen, so ergeben sich einige Thatsachen, welche auf die während des Activwerdens in diesen Zellen sich abspielenden Vorgänge ein besonderes Licht werfen.

Wir sehen mit dem Aufgeben der allgemeinen Kernform, wobei die optische Grenze zwischen Kern- und Zellkörper verschwindet, Substanzen des Zellleibes sich mit solchen des Kerns vermischen, indem wir während der Kernmetamorphose einen Bestandtheil des Zellkörpers, Haemoglobin, innerhalb des Raumes finden, welcher während der Ruhe der Zelle nur von den Substanzen des Kerns eingenommen war.

Mit dieser Beobachtung ist die Richtigkeit des von Flemming und Tangl vertretenen Satzes, dass während der mitotischen Theilung die Substanzen des Zellkörpers sich mit denen des Kernes vermischen, gesichert, wenigstens für die Blutzellen.

Wir sehen an unseren Zellen aber ferner an den sich bildenden Tochterkernen, mit dem Sichtbarwerden der achromatischen

---

[1] Vergl. M. Löwit: Über die Bildung rother und weisser Blutkörperchen a. a. O. Taf. I, Fig. 24—30; L. Török: a. a. O. Taf. 23, Fig. 13—18; H. F. Müller: a. a. O. Taf. II, Fig. 13, Taf. III, Fig. 14, 15, Taf. IV, Fig. 12.

[2] S. L. Török: a. a. O. S. 611, Taf. 23, Fig. 20 und H. F. Müller: a. a. O. Taf. II, Fig. 14, 15.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Kernmembran das Paraplasma den Kern wieder verlassen und die Substanzen, die sich nach dem Untergang der Kernmembran vermischen, wieder vollkommen sich entmischen.

Die an mitotischen haemoglobinhältigen Blutzellen gewonnenen Erfahrungen drängen zu einer ganz bestimmten Auffassung über das Verhältniss zwischen Kern und Zellkörper während der Mitose. Während der Metamorphose der Zelle, welche bekanntlich nicht bloss auf die Bewegungen der Kernfigur sich reducirt, sondern auch eine gleichzeitige chemische Umwandlung des Zellkörpers involvirt[1], sind zwei Phasen zu unterscheiden. Während der ersten wird die scharfe Scheidung von Zellkörper und Kern, wie sie während der Kernruhe und der Knäuelstadien besteht, aufgegeben und es kommt bis zur Vermischung von Substanzen des Zellleibes und des Kerns, während der zweiten findet wieder eine allmählige Entmischung von Kern- und Zellsubstanz statt und diese führt zur Ausbildung der ruhenden Tochterkerne.

Dass dieses bemerkenswerthe Verhalten der Zellsubstanz zum Kern während der Mitose nicht bloss für die haemoglobinhältigen Blutzellen giltig ist, darf auch aus den Beobachtungen an activen Pigmentzellen erschlossen werden. Während nach den Erfahrungen von Zimmermann[2] in Knäuel ebensowenig wie im ruhenden Kern von Pigmentzellen eine Spur von Pigment wahrzunehmen ist, sieht man während des Monasters regelmässig Pigmentkörnchen in nicht unbeträchtlicher Menge zwischen den Chromatinschleifen auftreten. Das Dispirem hingegen und das Tochterkernpaar sind wieder vollständig frei von Pigment. Es besteht somit bezüglich der in Rede stehenden Frage eine bemerkenswerthe Übereinstimmung zwischen den haemoglobinhältigen Blutzellen und den Pigmentzellen. Die Beobachtung der haemoglobinhältigen Blutzellen thut auf's Sicherste dar, dass nach dem Untergang der Kernmembran während der Kernmetamorphose Substanzen des Zellkörpers als solche in den

[1] W. Flemming: Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. S. 506 ff.; Vergl. W. Pfitzner: Morphol. Jahrbüch XI, 1886, S. 68; F. Tangl: a. a. O. S. 540; L. Török: a. a. O. S. 609; H. F. Müller: a. a. O.

[2] K. W. Zimmermann: Über die Theilung der Pigmentzellen, speciell der verästelten intraepithelialen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 36, 1890, S. 404 ff.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Kern eindringen. In dieser Vereinigung von Paraplasma mit Kernsaft ein für das Wesen der Mitose untergeordnetes Moment zu erblicken, geht nicht an, weil wir bei der Ausbildung der Tochterkerne dieselben Substanzen, welche nach dem Schwinden der Kernmembran sich vollkommen vermischten, unter Herstellung der Kernmembran sich wieder vollkommen entmischen sehen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass darin, dass während der Kernmetamorphose Zellsubstanz und Zellkern in innigere Beziehungen treten und letzterer nicht in dem Maasse vom Zellkörper getrennt bleibt, wie während der Kernruhe, auch ein wesentliches Moment der indirecten Zelltheilung zu suchen ist.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Fertiges rothes Blutkörperchen (Erythrocyt), Kern völlig frei von Haemoglobin.

Fig. 2. Haemoglobinhältige Tochterzelle, Kern völlig frei von Haemoglobin.

Fig. 3. Lockeres Knäuelstadium; Zellsubstanz haemoglobinhältig, Kern frei von Haemoglobin.

Fig. 4 und 5. Leukocyten Fig. 4 einkernig, Fig. 5 polymorph kernig.

Fig. 6 und 7. Mitotische haemoglobinhältige Blutzellen. Fig. 6 Kranzform, Fig. 7 Tochtersterne. Das Haemoglobin reicht bis zu den chromatischen Schleifen.

Sämmtliche Bilder aus dem Milzsaft vom Triton, Trockenpräparate, Pikrinsäure, Carmin.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 1

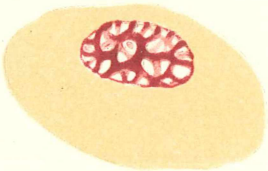

Fig. 3

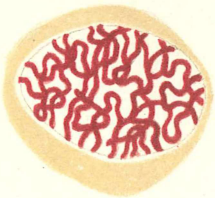

Fig. 2

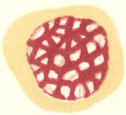

Fig. 4

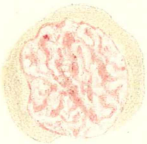

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

F. Meixner delin. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. math. naturw. Classe. Bd. C. Abth. III. 1891.